

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
CAMPUS BAIXADA SANTISTA

GUILHERME SANCHEZ NAGATA

**CUIDADOS NO TRATAMENTO DO DIABÉTICO
TIPO 2: EFEITOS DOS DIFERENTES
PROTOCOLOS DE TREINAMENTO FÍSICO**

Santos

2014

GUILHERME SANCHEZ NAGATA

CUIDADOS NO TRATAMENTO DO DIABÉTICO TIPO 2: EFEITOS DOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO FÍSICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de São Paulo como parte dos requisitos curriculares para obtenção do título de bacharel em Educação Física - Modalidade Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo José Gomes

Santos
2014

Agradecimentos

Agradeço primeiramente as pessoas mais importantes da minha vida, minha família, por todo suporte, paciência e amor oferecidos durante todo este trajeto.

Agradeço aos meus amigos que estiveram presentes durante esses 4 anos de graduação, que acabei adotando como minha segunda família.

Por fim, agradeço ao meu orientador por todo suporte, paciência, dedicação e confiança por ter me orientado e pelo apoio acadêmico em todas as fases da pesquisa.

Epígrafe

“Não existe um caminho para a felicidade. A felicidade é o caminho.”

Mahatma Gandhi

Resumo

O diabetes mellitus tipo 2, é uma doença crônica com grande incidência mundial. Ele é caracterizado pela menor eficácia do hormônio insulina e ocorre principalmente em pessoas obesas e sedentárias. O treinamento físico tem sido considerado uma importante ferramenta não farmacológica para tratamento do diabetes tipo 2. Assim o presente trabalho tem como objetivo verificar quais são os melhores protocolos de treinamento físico para o controle do diabetes do tipo 2. Trata-se de uma revisão literária, e foram realizadas pesquisas em bancos de dados eletrônicos, sendo eles Lillacs, Scielo, e PubMed, desenvolvidos por meio de estudos científicos transversais, longitudinais e de revisão sobre os cuidados no tratamento da doença com ênfase no diabético do tipo 2 e nos diversos protocolos de treinamento físico. O treinamento combinado (aeróbico e resistido), parece possuir maiores benefícios para o DM2, se comparado com os demais protocolos aplicados separadamente. Em relação a intensidade e volume dos treinos, não há um consenso entre os pesquisadores. Sendo assim, mais estudos são necessários para que se possa compreender melhor as relações entre diversos protocolos de exercício físico e o controle do DM2.

Palavras- chave: Diabetes mellitus tipo 2, treinamento físico, aeróbico, resistido, combinado

Abstract

The type 2 diabetes mellitus is a chronic disease with worldwide high incidence. It is characterized by decreased effectiveness of insulin hormone and occurs mainly in obese and sedentary people. Physical training has been considered an important tool for non-pharmacological treatment of type 2 diabetes. Therefore this paper aims to determine which are the best physical training protocols that controls the diabetes type 2. This is a literary review, and were searched in electronic databases, namely Lillacs, SciELO, and PubMed, developed by transverse, longitudinal scientific studies and review of care in the treatment of disease with emphasis on diabetic type 2 and in different physical training protocols. The combined training (aerobic and resistance), appears to have greater benefits for DM2 compared with other protocols applied separately. Regarding the intensity and volume of training, there is no consensus among researchers. Therefore, more studies are needed so that we can better understand the relationships between different protocols of physical exercise and the control of DM2.

Key word: Diabetes mellitus type 2, physical, aerobic, resistance, combined training.

Lista de abreviaturas e siglas

AKT- Proteína quinase B

AMPK- Proteína quinase ativada

ATP- Adenosina Trifosfato

DM2- Diabetes mellitus tipo 2

GLUT4- Transportador de glicose insulino- sensível

HbA1c- Hemoglobina glicada

HDL- Lipoproteína de alta densidade

IMC- Índice de massa corporal

LDL- Lipoproteína de baixa densidade

OMS- Organização Mundial de Saúde

TRIG- Triglicerídio

VO2 máx.- Volume de oxigênio Máximo

Sumário

1- INTRODUÇÃO.....	8
2- MÉTODO.....	12
3-RESULTADO.....	14
4- DISCUSSÃO.....	18
5- CONCLUSÃO.....	22
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
7- ANEXOS.....	25

1-Introdução

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (2013), doenças crônicas não são transmissíveis de pessoa para pessoa e possuem uma longa duração e uma lenta progressão. Podem ser de quatro tipos, doenças cardíacas, câncer, doenças crônicas respiratórias e diabetes.

O Diabetes, segundo a OMS (2013), é uma doença crônica que ocorre quando o pâncreas não produz insulina suficiente ou quando o organismo não consegue utilizar a insulina de modo eficaz, aumentando os níveis de glicose no sangue. A Sociedade Portuguesa de Diabetes (2007), afirma que os efeitos a longo prazo do diabetes mellitus acarretam no desenvolvimento progressivo das complicações específicas de retinopatia diabética, podendo levar a cegueira, nefropatia que pode conduzir a insuficiência renal, e a neuropatia com risco de ulcerações nos pés, amputações, além da disfunção sexual, entre outros efeitos deletérios. Estão envolvidos no desenvolvimento da doença mecanismos que destroem as células-beta do pâncreas (autoimunidade) no diabetes mellitus tipo 1, com consequente deficiência de insulina, e outros mecanismos que resultam na resistência à ação do hormônio (DM2). As perturbações nos metabolismos de glicose, lipídios e proteínas devem-se à deficiência da ação da insulina nos tecidos alvo que resulta da insensibilidade ou falta do hormônio insulina.

O diabetes tipo 2 ou diabetes não insulino dependente, conforme a definição da Sociedade Brasileira de diabetes (2014), representa 90% dos casos de diabetes. Consequentemente, esta doença crônica ocorre principalmente em pessoas obesas com mais de 40 anos, porém, está sendo bastante prevalente em adolescentes e jovens pelo alto consumo de alimentos gordurosos, falta de atividade física e alto nível de estresse. Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes (2014), o diabético tipo 2, possui insulina, porém há uma menor eficácia deste hormônio, que é conhecido como resistência à insulina, causando uma hiperglicemia. Por ser uma doença com poucos sintomas, muitas pessoas não tem o conhecimento que possuem diabetes do tipo 2, permanecendo sem tratamento, agravando o quadro da doença, podendo ocasionar perda de membros e complicações no organismo (Sociedade Brasileira de Diabetes, 2014).

Segundo Simonson *et al.* (1984), alguns diabéticos possuem a ação da insulina normal, porém a sua secreção é deficiente. Contudo, Wing *et al.* (1994), afirmam que a sensibilidade à insulina pode ser aumentada com a redução do peso corporal, com realização de atividade física e tratamento farmacológico.

A prática regular de atividade física tem sido recomendada para a prevenção e reabilitação de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas por diferentes associações de saúde

no mundo. Estudos epidemiológicos têm demonstrado relação direta entre inatividade física e a presença de múltiplos fatores de risco como os encontrados na síndrome metabólica. Entretanto, tem sido demonstrado que a prática regular de exercício físico apresenta efeitos benéficos na prevenção e tratamento da hipertensão arterial, resistência à insulina, diabetes, dislipidemia e obesidade. (CIOLAC e GUIMARÃES, 2004).

Segundo Araújo, Brito e Cruz (2000), o exercício faz com que a hiperinsulinemia seja reduzida, melhorando os níveis pressóricos, o perfil lipídico, além de contribuir para a perda de peso e para aumentar a captação de glicose e a sensação de bem-estar físico e psíquico.

O exercício físico aumenta a captação de glicose pelo músculo esquelético. De acordo com ZANUZO, *et al* (2010) há uma melhora do controle glicêmico e da sensibilidade a insulina a partir de um treinamento aeróbico. Pesquisas recentes demonstraram os benefícios do treinamento resistido no DT2. Constataram que o treinamento de força foi mais eficaz que o treinamento aeróbio na melhora do controle glicêmico e no perfil lipídico. (CAUZA, *et al.*, 2005 apud MORO, *et al.*, 2012.).

Segundo o American College Sports Medicine (2014), a frequência do exercício físico para o diabético, deve ser de três dias por semana, com intensidades baixas a moderadas, de 40%-70% do VO2 max. do indivíduo, com até 60 minutos de duração, sendo que exercícios físicos combinados são os mais indicados para o diabético do tipo 2. Porém, Moro, Silva e Lop (2011), afirmam que exercícios com intensidades elevadas causam mudanças nos níveis plasmáticos de hemoglobina glicada (Hb1Ac), triglicerídios e HDL. No mesmo estudo, o treinamento contínuo, por ter uma intensidade menor, progrediu com certo conforto, com resultados menos significativos, por esta razão o treinamento combinado (aeróbio e resistido) é mais indicado para iniciantes.

Em uma análise de Snowling e Hopkins (2006), os autores concluíram que os exercícios aeróbio e resistido, provocaram reduções da glicemia, porém, o exercício combinado, obteve resultados mais significativos.

É importante ressaltar os cuidados com os exercícios físicos ministrados para o diabético, pois de acordo com diversos estudos, o indivíduo diabético pode ter algumas complicações tais como a neuropatia, a retinopatia, nefropatia, risco aumentado de doenças cardiovasculares e a hipoglicemia induzida pelo exercício físico. De acordo com American College Sports Medicine e a Associação Americana de Diabetes (2000), os altos níveis de insulina que se devem à resistência insulínica e à administração exógena do hormônio podem aumentar o risco de hipoglicemia durante o exercício físico, porém este risco é maior em diabéticos do tipo 1. Na verdade, em pacientes com diabetes tipo 2, o exercício pode melhorar a sensibilidade à insulina e ajudar a diminuir elevados níveis de glicose no sangue para a faixa de normalidade.

No estudo clínico controlado por Church, *et al.* (2010), 262 indivíduos sedentários, com diabetes tipo 2, participaram de um treinamento combinado, sendo que foram notadas reduções significativas nos níveis da HbA1c. O grupo de treinamento combinado alcançou redução

estatisticamente significativa se comparado ao controle (0,34%), já o grupo de treino aeróbio teve uma redução significativa de 0,24% e o grupo que realizou apenas treinamento resistido obteve uma redução de 0,16%, ou seja, o treinamento combinado obteve maior eficácia no controle glicêmico.

Sigal et al. (2007) realizaram um estudo randomizado com adultos portadores de diabetes mellitus tipo 2, com idades entre 39 e 70 anos, divididos em três grupos (G1: treinamento aeróbio, G2: treinamento resistido e G3: treinamento aeróbio e resistido), com progressão gradual de duração e intensidade. Esses autores obtiveram como resultado um melhor controle glicêmico por meio da redução da hemoglobina glicada, alterações no perfil lipídico e composição corporal em todos os participantes, sendo que, no G3, resultou em ganhos maiores. No mesmo estudo, os autores justificam que os efeitos dos treinamentos resistido e aeróbio são complementares. O aeróbio tende a aumentar a capacidade cardiorrespiratória, enquanto o treinamento resistido aumenta a força muscular.

De acordo com Carvalho (2006), as práticas corporais são uma alternativa interessante para auxiliar nos cuidados da saúde. Pode ser designada como o movimento do corpo, gestos ou modos de se expressar. Elas englobam a arte corporal ocidental (ginástica, caminhadas, entre outros), e a oriental (tai chi, yoga e lutas) e utilizam na maioria das vezes espaços públicos de convivência, como parques, praças e ruas para a promoção de saúde. Gorski *et al.* (2012), afirmam que as práticas corporais podem trazer benefícios ao indivíduo, como o aumento dos níveis de HDL no organismo. Em conformidade com o American College of Medicine Sports (2000), por causa de complicações provenientes do Diabetes, como a neuropatia periférica ou artrite degenerativa, os indivíduos com diabetes podem buscar práticas corporais alternativas que não necessitam de sustentação do peso corporal ou atividades aquáticas em geral.

Segundo Fischer e Skovlund (1999), a diminuição da capacidade física e a morbidade causadas pelo diabetes tipo 2, diminui os níveis de motivação para a realização do exercício físico. Ou seja, é importante ressaltar ao paciente o quanto é importante a prática do exercício físico para sua saúde, motivando-os a continuar com o treinamento físico.

Pautando-se nisso, o problema do trabalho foi, de acordo com a literatura, quais são os protocolos mais eficazes para o tratamento e controle do DM2? Este estudo, teve como o objetivo geral verificar quais são os melhores protocolos de treinamento físico (aeróbio, resistido ou combinado), para o controle do diabetes do tipo 2. Esta pesquisa se justificou em função do diabetes mellitus tipo 2 ser uma doença crônica muito prevalente na população mundial e que exige cuidados farmacológicos e não farmacológicos, tais como o exercício físico regular (International Diabetes Federation, 2002). Porém, ainda não há um consenso sobre qual protocolo é mais eficaz e seguro para o cuidado do diabetes mellitus tipo 2. Portanto essa revisão de literatura, pode colaborar com a

compreensão do papel da Educação Física nesta temática, trazendo uma discussão sobre os efeitos dos diferentes protocolos de treinamento físico para esta população.

2-Método

O presente estudo é uma pesquisa bibliográfica, que segundo Thomas e Nelson (2002), trabalha com a literatura para saber qual o estado da arte do tema pesquisado e assim promover conclusões embasadas.

Para tanto, foram realizadas pesquisas em bancos de dados eletrônicos, sendo eles Lillacs, Scielo, e PubMed, desenvolvidos por meio de estudos científicos transversais, longitudinais e de revisão que avaliaram os efeitos de diversos protocolos de treinamento físico sobre o cuidado do diabetes mellitus tipo 2.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), sob o número 849.528/2014 (ANEXO A).

As bases eletrônicas consultadas para a pesquisa foram, Lillacs, Scielo, PubMed e Google Acadêmico, sendo que foram achados artigos científicos publicados no período de 1984 a 2014, e artigos com a categoria mínima B5, pois são indexados nas bases eletrônicas consultadas, porém alguns, sem fator de impacto.

A partir dos estudos identificados, foram selecionados artigos que fossem gratuitos e preencheram os critérios de inclusão, considerando a leitura dos títulos e resumos pelo revisor, sendo que foi utilizado um provedor residencial para as pesquisas.

Todos os artigos selecionados foram avaliados pelo revisor considerando a leitura e análise criteriosa do resumo. Após esta ação, os artigos foram classificados como inelegíveis e elegíveis, considerando os critérios estabelecidos para esses fins.

Como elegíveis utilizamos artigos que abordaram: DM2, atividade física, pesquisas realizadas com ratos ou seres humanos, idade superior a 20 anos (no caso de seres humanos), protocolos de treinamento com no mínimo 4 semanas de duração, em língua inglesa e portuguesa e que tenham como tema as palavras chaves:

- Diabetes tipo 2
- Insulina
- Exercício físico
- Atividade física

- Exercícios aeróbicos
- Exercícios aeróbios
- Exercício resistido
- Exercício combinado
- Exercício concorrente
- Treinamento aeróbico
- Treinamento aeróbio
- Treinamento combinado
- Treinamento concorrente
- Práticas corporais.

2.1- Análise de Dados

.

Posto isso, os artigos que foram selecionados tiveram os seus resumos lidos e então classificados como elegíveis ou não para este trabalho. Ao fim da pesquisa os dados foram analisados, apresentados e discutidos.

3-Resultado

Foram encontrados um total de 5396 artigos. Após esta seleção, foram selecionados somente os artigos que estavam disponíveis gratuitamente, diminuindo para um total de 1000 artigos. A partir disto, foram filtrados os artigos que possuíam as palavras “aeróbio”, “resistido” ou “combinado” em relação ao diabetes mellitus tipo 2, fazendo com que fossem selecionados apenas 165 artigos, dos quais foram avaliados os títulos e resumos dos textos. Chegando-se a um total de 28 artigos incluídos para o presente estudo (tabela 1).

Dos 28 artigos selecionados, 15 abordaram o tema treinamento aeróbico, 8 com treinamento resistido e 4 com treinamento combinado, sendo que 2 desses artigos incluíam os três temas (aeróbio, resistido e combinado).

Os períodos dos artigos utilizados são do ano de 1994 a 2014, sendo que dos 28 artigos utilizados, 5 eram estudos realizados com ratos, e os outros 22 eram estudos realizados com humanos. Dos 28 artigos, 7 tiveram o acompanhamento de um profissional da educação física no estudo, e os outros 20 artigos não tiveram o acompanhamento do profissional da educação física, mas sim de outros profissionais da área da saúde como médicos, nutricionistas e fisioterapeutas.

3.1-Artigos elegíveis no estudo

(Tabela 1)

Autores	Título	Ano	Categoria
ARAUJO, L.M. B.; BRITTO, M.M.S.; PORTO DA CRUZ, T.R	Tratamento do diabetes mellitus do tipo 2: novas opções	2000	B1
ASSUNÇÃO, T.S.; URSINE, P.G.S.	Estudos de fatores associados à adesão ao tratamento não farmacológico em portadores de diabetes mellitus assistidos pelo Programa Saúde da Família, Ventosa, Belo Horizonte	2008	B1
BACCHI, E. <i>et al.</i>	Differences in the Acute Effects of Aerobic and Resistance Exercise in Subjects with Type 2 Diabetes: Results from the RAED2 Randomized Trial	2012	A1
BALDUCCI, S. <i>et al.</i>	Effect of High- versus Low-Intensity Supervised Aerobic and Resistance Training on Modifiable Cardiovascular	2012	A1

	Risk Factors in Type 2 Diabetes; The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES)		
CAUZA, E. <i>et al.</i>	The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus	2005	A1
CIOLAC, E.G.; GUIMARAES, G.V.	Exercício físico e síndrome metabólica.	2004	A2
DORNAS, W.C.; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J.	Exercício Físico e Diabetes mellitus tipo 2	2011	B3
FERREIRA, L. <i>et al.</i>	Effect of streptozotocin-induced diabetes on glycogen resynthesis in fasted rats post-high-intensity exercise	2001	A1
FIGUEIRA, F. R. <i>et al.</i>	Aerobic and Combined Exercise Sessions Reduce Glucose Variability in Type 2 Diabetes: Crossover Randomized Trial	2013	A1
FISHER, T.; SKOVLUND, S.E.	Dificuldades do dia a dia e o desgaste psicológico no diabetes tipo 1 e tipo 2	1999	B4
GRONTVED, A. <i>et al.</i>	Muscle-Strengthening and Conditioning Activities and Risk of Type 2 Diabetes: A Prospective Study in Two Cohorts of US Women	2014	A1
LIMA, G.M. <i>et al.</i>	Efeitos dos treinamentos aeróbio, resistido e combinado sobre a composição corporal de diabéticos do tipo 2	2012	B2
MARINHO, R. <i>et al.</i>	Efeitos de diferentes intensidades de exercício físico sobre a sensibilidade à insulina e atividade da proteína quinase B/Akt no músculo esquelético de camundongos obesos	2014	B3
MATSURA, C.; MEIRELLES, C. M.; GOMES, P.S.C.	Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra	2006	B1

	resistência.		
MORO, A.R.P. <i>et al.</i>	Efeito do treinamento combinado e aeróbio no controle glicêmico no diabetes tipo 2	2012	B1
PANVELOSKI-COSTA, A.C. <i>et al.</i>	Treinamento resistido reduz inflamação em músculo esquelético e melhora a sensibilidade à insulina periférica em ratos obesos induzidos por dieta hiperlipídica	2011	B1
PAULI, J.R. <i>et al.</i>	Novos Mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência a insulina no músculo esquelético	2009	B1
PAULI, J.R. <i>et al.</i>	Efeitos do Exercício Físico na Expressão e Atividade da AMPK α em Ratos Obesos Induzidos por Dieta Rica em Gordura	2008	A2
PERES, S.B. <i>et al.</i>	Endurance exercise training increases insulin responsiveness in isolated adipocytes through IRS/PI3-kinase/Akt pathway	2004	A1
PHILLIPS, M.D. <i>et al.</i>	Resistance Training Reduces Subclinical Inflammation in Obese, Postmenopausal Women	2012	A1
ROCHA, R.E.R. <i>et al.</i>	Interval training attenuates the metabolic disturbances in type 1 diabetes rat model.	2013	B1
SARDAR, M.A. <i>et al.</i>	The Effects of Aerobic Exercise Training on Psychosocial Aspects of Men with Type 2 Diabetes Mellitus	2014	B4
SILVA, C.A.; LIMA, W.C.	Efeito benéfico do Exercício Físico no Controle Metabólico do Diabetes Mellitus tipo 2 à Curto Prazo	2002	B1
SPARKS, L.M. <i>et al.</i>	Nine Months of Combined Training Improves Ex Vivo Skeletal Muscle Metabolism in Individuals With Type 2 Diabetes	2013	A1

STRASSER, B.; PESTA, D.	Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms	2013	B4
VANCEA, D. M.M. <i>et al.</i>	Efeito da Frequência do Exercício Físico no controle Glicêmico e Composição Corporal de Diabetes tipo 2	2008	B1
WING, R.R.	Year-long weight loss treatment for obese patients with type II diabetes: Does including an intermittent very- low-calorie diet improve outcome?.	1994	A1
ZANUZO, S. <i>et al.</i>	Exercise for the management of type 2 diabetes: a review for evidence	2010	B1

4- Discussão

4.1- Exercício Físico aeróbico e diabetes mellitus tipo 2

O exercício aeróbico, de acordo com Fox, *et al.* (1992), tem como definição ser caracterizados como caminhadas, corridas, ciclismo, natação, dentre outros, de intensidades e volume variados e normalmente com uma característica contínua. Durante a execução do exercício aeróbico, o metabolismo utiliza predominantemente a via oxidativa para o fornecimento de ATP, tendo a carboidratos e gordura como principal substrato energético.

É consenso de que o exercício aeróbico deve ser prescrito para portadores de diabetes mellitus tipo 2, pois promove uma melhora do controle glicêmico e da sensibilidade a insulina. De acordo com Zanuzo, *et al.* (2010), o exercício aeróbico deve ser realizado por pelo menos 8 semanas para encontrarmos resultados significativos na melhora do VO₂ máx., e HbA_{1c}, além da perda de peso e melhor controle glicêmico.

Um estudo de Vancea, *et al.* (2008), verificou que após a 8ª semana de exercício físico aeróbico, o grupo que havia realizado exercícios físicos com uma frequência de cinco vezes por semana, teve melhoras na redução de IMC, porcentagem de gordura, redução da circunferência abdominal, média das glicemias capilares e nas glicemias de jejum e pós-prandial.

Em relação a intensidade do exercício aeróbico, alguns estudos como o de Marinho, *et al.* (2014), demonstram que exercícios aeróbicos de baixa ou moderada intensidade, apresentaram resultados mais benéficos, como o aumento da expressão do GLUT4 e da proteína AKT (que podem ser resultantes da melhora do processo inflamatório), dos ratos obesos com resistência à insulina, se comparados com exercícios aeróbicos de alta intensidade.

O estudo do Silva e Lima (2002), demonstrou que os exercícios aeróbicos devem ser realizados com uma frequência regular, com intensidades leve a moderada (50% a 80% da FCmáx., progressivamente), com uma duração máxima de até 60 minutos, causando uma diminuição nos níveis glicêmicos, nos níveis de LDL e TRIG, e um aumento nos níveis de HDL.

Além disso, é importante ressaltar que exercícios agudos também podem colaborar no controle glicêmico de organismos diabéticos. Marinho, *et al.* (2014) analisaram a melhora dos níveis glicêmicos em exercícios agudos aeróbicos, podem estimular vias independentes de insulina, como a AMPK, favorecendo a maior captação a glicose.

Um estudo de Saldar, *et al.* (2014), analisou quais são os benefícios do exercício aeróbico em relação aos aspectos psicossociais em pessoas com diabetes mellitus do tipo 2. Este estudo teve caráter randomizado, com participação de 53 voluntários, que foram divididos em dois grupos (Controle e experimental). O grupo controle não realizava o exercício aeróbico, já o grupo experimental realizava o exercício aeróbico em 3 dias na semana, durante 8 semanas. Foi observado

que o grupo experimental teve uma melhora na saúde mental, principalmente nos aspectos como ansiedade e insônia.

Podemos concluir, de acordo com Zanuzo, *et al.* (2010) e Saldar, *et al.* (2014), que o exercício aeróbico possui benefícios significantes em relação ao aumento do VO₂ máx., redução da glicemia, perda de peso e porcentagem de gordura, além de uma melhora nos aspectos de saúde mental. Este conjunto de benefícios é de grande valia para os portadores de diabetes mellitus tipo 2, ou seja, o exercício físico aeróbico é altamente recomendado, pois diminui o consumo de fármacos e melhora a saúde do diabético tipo 2.

4.2- Exercício Físico Resistido e Diabetes Mellitus tipo 2

Fleck e Kraemer (2006), definem exercício resistido como popularmente conhecidos como musculação, consistem em um método de treinamento que envolve a ação voluntária do músculo esquelético contra alguma forma externa de resistência que pode ser provida pelo corpo, pesos livres ou máquinas. E de acordo com Matsura, Meirelles e Gomes (2006), o exercício resistido leva a uma depleção parcial dos estoques de adenosina trifosfato (ATP) e quase total de creatina fosfato (CP), sendo a magnitude da depleção dependendo da intensidade da contração muscular.

O exercício resistido também pode ser utilizado como um tratamento não farmacológico para indivíduos com diabetes mellitus do tipo 2. Nos últimos anos, o treinamento resistido também vem sendo largamente estudado, porque provoca mudanças benéficas na sensibilidade à insulina por meio do ganho da massa muscular e consequente aumento da captação de glicose. Entretanto, em relação ao DM2, são poucos os trabalhos que investigaram esse tipo de treinamento. (LIMA, *et al.* 2012).

De acordo com Philips, *et al.* (2012), a obesidade contribui diretamente para o desenvolvimento do diabetes tipo 2, e isso está associado a idade, sedentarismo e a elevados biomarcadores de inflamação e variadas citocinas pró- inflamatórias, como as adipocinas. No mesmo estudo de Philips, *et al.* (2012), foi realizado um programa de treinamento resistido de 12 semanas, e foi analisado que houve uma perda de peso significativa, além de uma redução nas citosinas pró- inflamatórias e nos seus biomarcadores.

Strasser e Pesta (2013), confirmam que o exercício resistido aumenta a sensibilidade à insulina e melhora o controle glicêmico de pessoas com diabetes tipo 2, indicando que o exercício resistido de alta intensidade e baixo volume pode ser uma efetiva estratégia de treino para o DM2.

No estudo de Cauza *et al.* 2005, os autores constataram que o treinamento de força para pessoas com diabetes do tipo 2 é benéfico, pois houve uma melhora na sensibilidade a insulina após 4 meses de treinamento (com frequência de 3 dias por semana). Os resultados foram melhores e mais significativos do que se comparados aos resultados do treino de endurance. No mesmo estudo houve uma melhora na composição corporal e redução de uso farmacológico.

Em outro estudo realizado por Panveloski- Costa, *et al.* (2011), sugere-se que há uma eficiência na redução da massa adiposa após seis semanas de treinamento resistido e o treino foi suficiente para ativar mecanismos que contribuem para a melhora da sensibilidade à insulina, tais como a ativação da AMPK, que aumenta a captação de glicose, e a redução da expressão de citocinas pró-inflamatórias, que prejudicam a via de sinalização da insulina.

Bacchi, *et al.* (2012), afirmam que os exercícios resistidos agudo apresentam um menor risco na indução da hipoglicemia em pacientes com DM2, pois apresentam níveis menores na redução da glicemia se comparado ao exercício aeróbico, durante uma sessão de exercício e após 12 horas do mesmo.

Conclui-se que o exercício resistido também traz grandes benefícios para pessoas portadoras de diabetes tipo 2, como o aumento da sensibilidade a insulina, melhora da composição corporal, melhora do controle glicêmico, redução das citosinas pró-inflamatórias e biomarcadores de estresse oxidativo. Sendo que, o treinamento resistido deve respeitar os critérios do treinamento físico, tendo uma continuidade e progressão, sempre priorizando a individualidade biológica.

4.3- Exercício Físico combinado e diabetes mellitus tipo 2

O treinamento combinado (aeróbico e resistido), tem sido recomendado para pessoas portadoras de diabetes mellitus do tipo 2, de acordo Moro, *et al.*(2012) e Sparks, *et al.*(2013). Em um estudo de Moro, *et al.* (2012), foi comparado qual seria o melhor protocolo de treinamento, aeróbico ou combinado, para o público portador de diabetes mellitus do tipo 2. Foram analisados um total de 24 indivíduos portadores de diabetes tipo 2 e foram divididos aleatoriamente em dois grupos TC (treinamento combinado) e TA (treinamento aeróbico), com 12 indivíduos em cada. Foi verificado que os dois tipos de treinamento possuem resultados eficazes, como a redução da HbA1c e diminuição da glicose em jejum. Porém, houve uma diferença nos resultados, sendo que o grupo que realizou o treinamento combinado obteve resultados mais expressivos do que o grupo que só praticou o treinamento aeróbico.

Em relação a composição corporal, outro estudo realizado por Lima, *et al.* (2012), comparou 3 tipos de exercícios, o treinamento aeróbico, treinamento resistido e o combinado, em pessoas com DM2. De um total de 16 indivíduos com diabetes mellitus do tipo 2, cinco foram para o grupo de treinamento aeróbico, seis foram para o grupo de exercício resistido e os outros 5 para o grupo de treinamento combinado. Após o término dos treinamentos, houve uma diminuição do IMC nos 3 grupos participantes, porém não houve diferenças significativas entre os protocolos de treinamento.

Sparks, *et al.* (2013), realizaram um estudo cujo objetivo era investigar o efeito dos diferentes protocolos de treinamento no diabético do tipo 2. Utilizaram um total de 52 voluntários, homens e mulheres, separando-os de forma randomizada em grupos que não praticavam exercício e os grupos que faziam exercícios aeróbicos, resistidos e combinados, comparando-os entre si e com o grupo controle, durante 9 meses. Foi concluído que todos os exercícios foram benéficos para o portador de diabetes do tipo 2, porém o exercício combinado obteve resultados mais significativos

na redução dos níveis de hemoglobina glicada, sendo mais indicado para pessoas sedentárias que possuem o diabetes tipo 2.

Pode-se perceber que há um grande número de estudos relacionados ao exercício físico/atividade física e diabetes tipo 2, porém, não há um grande número de artigos relacionados aos protocolos de treinamento, principalmente com o tema “exercício combinado”.

Conclui-se que os treinamentos de exercícios físicos combinados (aeróbico e resistido), tiveram maior eficácia para o controle do diabetes mellitus tipo 2, por terem resultados mais significativos como redução da hemoglobina glicada e diminuição do perfil lipídico, em relação aos treinamentos aeróbico e resistido se realizados separadamente.

4.4 Principais vantagens dos protocolos de treinamento observados nos artigos avaliados

Aeróbico	Resistido	Combinado
Aumento do VO2	X	Aumento do VO2
Redução da glicemia	Redução da Glicemia	Redução da Glicemia
Redução do IMC	Redução do IMC	Redução do IMC
Diminuição da porcentagem de gordura corporal	Diminuição da porcentagem de gordura corporal	Diminuição da porcentagem de gordura corporal
Melhora dos aspectos psicossociais	X	Melhora dos aspectos psicossociais
Aumento do HDL	X	Aumento do HDL
Diminuição do LDL	X	Diminuição do LDL
Diminuição dos TRIG	X	Diminuição do TRIG
Aumento da sensibilidade a insulina	Aumento da sensibilidade a insulina	Aumento da sensibilidade a insulina
X	Redução das citosinas pró- inflamatórias	Redução das citosinas pró inflamatórias
X	Ativação das vias independentes (AMPK)	Ativação das vias independentes(AMPK)
X	Aumento de massa muscular	Aumento da massa muscular
X	Diminuição dos biomarcadores de estresse oxidativo	Diminuição dos biomarcadores de estresse oxidativo
X	Menor risco de hipoglicemia	X

4.5- Considerações sobre a tabela

O “X” demonstra que a variável não foi avaliada nos artigos utilizados para esta pesquisa.

5- Conclusão

Há um consenso na literatura que a prática do exercício físico é benéfica ao diabético do tipo 2, pelos diversos aspectos apresentados nessa revisão de literatura. O treinamento combinado, parece possuir maiores benefícios para o DM2, se comparados com os demais protocolos aplicados separadamente. Em relação a intensidade e volume dos treinos, não há um consenso entre os pesquisadores. Sendo assim, mais estudos são necessários para que se possa compreender melhor as relações entre diversos protocolos de exercício físico e o controle do DM2. .

6- Referências Bibliográficas

American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and type 2 diabetes. *Medicine Science Sports Exercise*, 2014.

ARAÚJO, L.M. B.; BRITTO, M.M.S.; PORTO DA CRUZ, T.R. Tratamento do diabetes mellitus do tipo 2: novas opções. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 399-408, Dez., 2000 .

ASSUNÇÃO, T.S.; URSINE, P.G.S. Estudos de fatores associados à adesão ao tratamento não farmacológico em portadores de diabetes mellitus assistidos pelo Programa Saúde da Família, Ventosa, Belo Horizonte. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.13, n.2,p. 2189- 2197, Dez., 2008.

BACCHI, E. *et al.* *Differences in the Acute Effects of Aerobic and Resistance Exercise in Subjects with type 2 Diabetes: Results from the RAED2 Randomized trial.* **Plos One**. Verona, v. 7, n. 12, p. 1-8, dez., 2012.

BALDUCCI, S. *et al.* *Effect of High- versus Low- Intensity Supervised Aerobic and Resistance Training on Modifiable Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes; The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES).* **Plos One**. Roma, v. 7, n. 11, p. 1-9, Nov., 2012.

CARVALHO, Y. M. Promoção da saúde, práticas corporais e atenção básica. **Revista Brasileira Saúde da Família**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 33-45, 2006.

CAUZA, E. *et al.* *The Relative Benefits of Endurance and Strenght Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus.* **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v. 86, n. 8, p. 1527- 1533, Ag., 2005.

CIOLAC, E.G. ; GUIMARAES, G.V. Exercício físico e síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói,v.10, n. 4, p. 319-324, Ag., 2004.

DORNAS, W.C.; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J. EXERCÍCIO FÍSICO E Diabetes mellitus TIPO 2. **Arquivo de Ciência e Saúde UNIPAR.**, Umuarana, v.15, n.1, p. 95-107, jan./abr., 2011.
FUIGUEIRA, F.R. *et al.* *Aerobic and Combined Exercise Sessions Reduce Glucose Variability in Type 2 Diabetes: Crossover Randomized Trial.* **Plos One**. Porto Alegre, v.8, n. 3, p. 1-10, março, 2013.

FISHER, T.; SKOVLUND, S.E. Dificuldades do dia a dia e o desgaste psicológico no diabetes tipo 1 e tipo 2.**Diabetes Clínica**, v.3,n.5,p. 282-286,1999.

FOX, E.L.; BOWERS, R.W.; FOSS, M.L. Bases fisiológicas da educação física e dos desportos. Tradução de Giuseppe Taranto. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 1992

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

GRONTVED, A. *et al.* Muscle- Strengthening and Conditioning Activities and Risk of Type 2 Diabetes: A Prospective Study in Two Cohorts of US Women. **Plos Medicine**. Massachusets, v.11, n. 1, p. 1-15, jan., 2014.

GORSKI, G.M. *et al.* Efeitos de um programa com práticas corporais em mulheres com sobrepeso e obesidade. **Revista FAFIT/FAFIC**, Itararé, v.3, n.1, p. 13-23, Jun., 2012.

LIMA, G.N. *et al.* Efeitos dos treinamentos aeróbios, resistido e combinado sobre a composição corporal de diabéticos tipo 2. **ConScientiae Saúde**, Recife, v.11, n.4, p. 543-549, dez., 2012.

MATSURA, C.; MEIRELLES, C. M.; GOMES, P.S.C. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra resistência. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.19.n.6, p.729-740, nov/dez 2006.

MARINHO, R. *et al.* Efeito de diferentes intensidades de exercício físico sobre a sensibilidade à insulina e atividade da proteína quinase B/Akt no músculo esquelético de camundongos obesos. **Einstein**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 82-89, Jan./Mar., 2014.

MORO, A.R.P. *et al.* Efeito do treinamento combinado e aeróbio no controle glicêmico no diabetes tipo 2. **Fisioterapia do movimento**, Curitiba,v. 25, n. 2, p. 399-409, Jun., 2012.

PAULI, J.R. *et al.* Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 4, p. 399-408, Jun., 2009

ROCHA, R.E.R. *et al.* Interval training attenuates the metabolic disturbances in type 1 diabetes rat model. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v.57, n.8, p. 594-602, Nov., 2013.

VANCEA, D.M.M. *et al.* Efeito da frequência do exercício físico no controle glicêmico e composição corporal de diabéticos tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v.92, n. 1, p. 23-30, jan., 2009.

PANVELOSKI-COSTA, A.C. *et al.* Treinamento resistido reduz inflamação em músculo esquelético e melhora a sensibilidade à insulina periférica em ratos obesos induzidos por dieta hiperlipídica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo, v. 55, n. 2, p. 155-163, Mar., 2011.

PAULI, J.R. *et al.* Efeitos do exercício físico na expressão e atividade da AMPKa em ratos obesos induzidos por dieta rica em gordura. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 5, n. 2, p. 98-103, abril, 2009.

PHILLIPS, D.M. *et al.* *Resistance Training Reduces Subclinical Inflammation in Obese, Postmenopausal Women.* **Journal of the American College of Sports Medicine**. Texas, v. 44, n. 11, p. 2099-2110, Nov. 2012.

SILVA, C.A.; LIMA, W.C. Efeito Benéfico do Exercício Físico no Controle Metabólico do Diabetes Mellitus Tipo 2 à Curto Prazo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, Campinas, v. 46, n.5, p. 550-556, out., 2002.

SARDAR, M.A. *et al.* *The effects of aerobic exercise training on psychosocial aspects of men with type 2 diabetes mellitus.* **Global Journal of Health Science**. Mashhd, v.6, n.2, p. 196-202, jan., 2014.

SILVA, C.A.; LIMA, W.C. Efeito Benéfico do Exercício Físico no Controle Metabólico do Diabetes Mellitus Tipo 2 à Curto Prazo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, Campinas, v. 46, n.5, p. 550-556, out., 2002.

STRASSER, B.; PESTA, D. *Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms.* **BioMedicine Research International**. New Haven, v. 2013, n.8, p. 1-8, dez., 2013

SPARKS, L.M. *et al.* *Nine Months of combined Training Improves Ex Vivo Skeletal Muscle Metabolism in Individuals With Type 2 Diabetes.* **Journal of Clinical Endocrinology Metabolism**, v.98, n.4, p. 1694- 1702, abr., 2013.

VANCEA, D.M.M. *et al.* Efeito da frequência do exercício físico no controle glicêmico e composição corporal de diabéticos tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v.92, n. 1, p. 23-30, jan., 2009.

WING, R.R. *et al.* Year-long weight loss treatment for obese patients with type II diabetes: Does including an intermittent very-low-calorie diet improve outcome?. **American Journal of Medicine**, Pennsylvania, v.97, n.4, p. 354-362, Out., 1994

ANEXO

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO PAULO - UNIFESP/
HOSPITAL SÃO PAULO****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: CUIDADOS NO TRATAMENTO DO DIABÉTICO TIPO 2: EFEITOS DOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO FÍSICO

Pesquisador: Ricardo José Gomes

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 37586314.3.0000.5505

Instituição Proponente: Departamento de Biociências -Baixada Santista

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer:

849.528 **Data da Relatoria:**

04/11/2014

Apresentação do Projeto:

O diabetes mellitus tipo 2, é uma doença crônica com grande incidência mundial. Ela é caracterizada pela menor eficácia do hormônio insulina, e ocorre principalmente em pessoas obesas e sedentárias. O treinamento físico tem sido considerado uma importante ferramenta não farmacológica para tratamento do diabetes tipo 2. Assim o presente trabalho tem como objetivo verificar quais são os melhores protocolos de treinamento físico para o indivíduo diabético do tipo 2.

Objetivo da Pesquisa:

objetivo geral analisar, através da literatura a eficácia de diferentes tipos de protocolos de treinamento físico

(aeróbico, resistido, combinado, entre outros), sobre o controle do diabetes mellitus tipo 2..

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se aplica (revisão de literatura)

Endereço: Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

Bairro: VILA CLEMENTINO

UF: SP

Município: SÃO PAULO

CEP: 04.023-061

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO PAULO - UNIFESP/
HOSPITAL SÃO PAULO



Continuação do Parecer: 849.528

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos obrigatórios apresentados (FOLHA DE ROSTO, PROJETO DE PESQUISA)

Recomendações:

Nada consta

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem inadequações (revisão de literaturaa)

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP informa que a partir desta data de aprovação, é necessário o envio de relatórios semestrais (no caso de estudos pertencentes à área temática especial) e anuais (em todas as outras situações). É também obrigatória, a apresentação do relatório final, quando do término do estudo.

SAO PAULO, 29 de Outubro de 2014

Assinado por:

José Osmar Medina Pestana
(Coordenador)

ANEXO B

Resumos

Efeito da Frequência do Exercício Físico no Controle Glicêmico e Composição Corporal de Diabéticos Tipo 2

Effect of Frequency of Physical Exercise on Glycemic Control and Body Composition in Type 2 Diabetic Patients

Denise Maria Martins Vancea¹, José Nelson Vancea², Maria Izabel Fernandes Pires³, Marco Antonio Reis⁴, Rafael Brandão Moura⁵, Sergio Atala Dib¹

Universidade Federal de São Paulo¹; Estatístico²; Universidade de São Paulo³; Colégio Estadual Salime Mudeh⁴; Colégio Estadual Marechal Carlos Machado Bitencourt⁵, São Paulo, SP - Brasil

Resumo

Fundamento: O diabetes e a doença cardiovascular emergiram como ameaças principais à saúde humana, e o risco está aumentado nos indivíduos com obesidade visceral. É consenso que o exercício físico deve fazer parte do tratamento do diabetes melito (DM).

Objetivo: Comparar a influência de programas de exercício físico orientados e estruturados (PEOE) com frequência de três e cinco vezes por semana, no período de 20 semanas, no controle glicêmico e composição corporal de diabéticos tipo 2 (DM2).

Métodos: A pesquisa realizou-se na Universidade Federal de São Paulo. Grupo Controle (GC), n=17, idade (Mi: 55,8 anos), recebeu incentivo, na consulta médica, para o exercício físico. Grupo 3x (G3), n=14, idade (Mi: 57,4 anos), uma hora de exercício físico, 3x/semana. Grupo 5x (G5), n=9, idade (Mi: 58,8 anos), mesmo protocolo, mas 5x/semana. Tempo de diagnóstico: Mi: 5 anos, em todos os grupos. Aula constava de 5 min aquecimento, 30 min caminhada (esteira) a 70% da frequência cardíaca máxima e 10 min relaxamento. IMC, cintura, porcentual de gordura (PG), glicemia capilar (Gcap), glicemia de jejum (GJ), hemoglobina glicada (HbA1c) foram avaliados.

Resultados: Realizou-se uma comparação entre o instante Basal (B) e 20ª semana (20ª). IMC no G3(B: 29,5±2,9 vs 20ª: 28,3±2,2 kg/m², p=0,005) e G5 (B: 29,7±4,4 vs 20ª: 29,1±4,3 kg/m², p=0,025); cintura G5 (B: 100,5±11,9 vs 20ª: 93,3±11,7 cm, p=0,001); PG no G3 (B: 31±5,1 vs 20ª: 26±5%, p=0,001) e G5 (B: 32,4±5,4 vs 20ª: 30,3±6,9%, p=0,001); GJ, G5 (B: 150,8±47,5 vs 20ª: 109,2±30,5 mg/dl, p=0,034), apresentaram diferenças estatisticamente significativas. GC não apresentou diferenças estatisticamente significativas, nessas variáveis. Gcap apresentou uma tendência de queda no pós-exercício físico no G5. HbA1c não apresentou diferenças estatisticamente significativas nos três grupos.

Conclusão: O G5 foi melhor que o G3, na maioria dos parâmetros avaliados. Porém, os resultados não apresentaram uma diminuição na HbA1c nos pacientes com DM2. (Arq Bras Cardiol 2009;92(1):23-30)

Palavras-chave: Diabetes mellitus tipo 2, exercício, controle glicêmico, controle, composição corporal.

Summary

Background: Diabetes and cardiovascular disease have emerged as major threats to human health, and the risk is increased in individuals with visceral obesity. It is consensus that physical exercise should be part of the treatment of diabetes mellitus (DM).

ANEXO C

Novos mecanismos pelos quais o exercício físico melhora a resistência à insulina no músculo esquelético

New mechanisms by which physical exercise improves insulin resistance in the skeletal muscle

José Rodrigo Pauli^{1,2}, Dennys Esper Cintra²,
Claudio Teodoro de Souza³, Eduardo Rochette Ropelle²

RESUMO

O prejuízo no transporte de glicose estimulada por insulina no músculo constitui um defeito crucial para o estabelecimento da intolerância à glicose e do diabetes tipo 2. Por outro lado, é notório o conhecimento de que tanto o exercício aeróbio agudo quanto o crônico podem ter efeitos benéficos na ação da insulina em estados de resistência à insulina. No entanto, pouco se sabe sobre os efeitos moleculares pós-exercício sobre a sinalização da insulina no músculo esquelético. Assim, esta revisão apresenta novos entendimentos sobre os mecanismos por meio dos quais o exercício agudo restaura a sensibilidade à insulina, com destaque ao importante papel que proteínas inflamatórias e a S-nitrosação possuem sobre a regulação de proteínas da via de sinalização da insulina no músculo esquelético. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009;53(4):399-408.

Descritores

Exercício; resistência à insulina; inflamação; músculo esquelético

ANEXO D

Efeitos do Exercício Físico na Expressão e Atividade da AMPK α em Ratos Obesos Induzidos por Dieta Rica em Gordura

Effects of Physical Exercise in the Ampka Expression and Activity in High-fat Diet Induced Obese Rats

CLÍNICA MÉDICA NO
EXERCÍCIO E NO ESPORTE



ARTIGO ORIGINAL

José Rodrigo Pauli^{1,2},
Eduardo Rochete Ropelle¹,
Dennys Esper Cintra¹,
Cláudio Teodoro de Souza¹

1. Departamento de Clínica Médica, FCM, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, SP. Laboratório de Investigação dos mecanismos moleculares de sinalização da insulina e dos efeitos moleculares do exercício físico no diabetes e obesidade.

2. Departamento de Biociências, Faculdade de Educação Física – Modalidade Saúde, Universidade Federal de São Paulo, Campus Baixada Santista, Santos, SP.

Endereço para correspondência:
José Rodrigo Pauli, Rua XV de
Novembro, 1.701 13419-235
Piracicaba, SP.
E-mail: rodrigopauli@yahoo.com.br

RESUMO

Introdução: A ingestão de dieta hiperlipídica é um fator de risco singular no desenvolvimento de resistência à insulina e diabetes do tipo 2. **Objetivo:** O estudo investigou os efeitos do exercício físico na expressão e atividade da AMPK α em ratos obesos. **Métodos:** Foram utilizados ratos Wistar, aleatoriamente divididos em quatro grupos, que receberam dieta padrão de manutenção (grupo controle) ou dieta hiperlipídica (DHL) (grupos sedentários e exercitados), por período de quatro meses. Dois diferentes protocolos de exercícios foram utilizados: exercício agudo ou crônico de natação. O teste de tolerância à insulina foi realizado para estimar a sensibilidade à insulina. Os níveis protéicos da AMPK α e do GLUT4 e também de pAMPK e pACC no músculo esquelético dos ratos foram determinados através da técnica de *Western blot*. **Resultados:** O teste de tolerância à insulina revelou significativo prejuízo na ação da insulina após a alimentação com a DHL, indicando insulino-resistência quando comparado com grupo controle ($p < 0,05$). O tratamento por quatro meses com a DHL resultou em significativa redução no conteúdo protéico de AMPK α (2,2 vezes) e do GLUT4 (2,5 vezes) e nos níveis de p-AMPK α (2,4 vezes) e p-ACC (2,5 vezes) no músculo esquelético dos ratos sedentários quando comparado aos ratos controles. Ambos os protocolos de exercícios resultaram em aumento na fosforilação da AMPK α e ACC e aumento da sensibilidade à insulina, enquanto apenas o programa de exercício crônico promoveu o aumento da expressão dessas proteínas ($p < 0,05$). **Conclusão:** A alimentação com uma DHL causa redução na expressão e na atividade da AMPK α , enquanto a ativação da AMPK α pelo exercício físico melhora a sensibilidade à insulina, indicando que ratos obesos mantêm preservada a funcionalidade da via AMPK α .

Palavras-chave: obesidade, resistência à insulina, educação, treinamento físico.

ANEXO E

Efeitos de diferentes intensidades de exercício físico sobre a sensibilidade à insulina e atividade da proteína quinase B/Akt no músculo esquelético de camundongos obesos

Effects of different intensities of physical exercise on insulin sensitivity and protein kinase B/Akt activity in skeletal muscle of obese mice

Rodolfo Marinho¹, Leandro Pereira de Moura¹, Bárbara de Almeida Rodrigues², Luciana Santos Souza Pauli², Adelino Sanchez Ramos da Silva³, Eloize Cristina Chiarreotto Ropelle², Claudio Teodoro de Souza⁴, Dennys Esper Corrêa Cintra², Eduardo Rochete Ropelle², José Rodrigo Pauli^{1,2}

RESUMO

Objetivo: Investigar os efeitos do exercício físico agudo com diferentes intensidades sobre a sensibilidade à insulina e a atividade da proteína quinase B/Akt no músculo esquelético de camundongos obesos. **Métodos:** Foram utilizados camundongos *Swiss*, divididos aleatoriamente em quatro grupos, que receberam dieta padrão (grupo controle) ou dieta hiperlipídica (grupos obeso sedentário e grupos obesos exercitados 1 e 2), por período de 12 semanas. Dois diferentes protocolos de exercício foram utilizados: natação durante 1 hora com ou sem sobrecarga de 5% da massa corporal. O teste de tolerância à insulina foi realizado para estimar a sensibilidade à insulina. E os níveis protéicos da proteína quinase B/Akt e de sua fosforilação foram determinados no músculo esquelético dos camundongos, através da técnica de *Western blot*. **Resultados:** Uma sessão de exercício físico foi capaz de inibir a resistência à insulina em decorrência de uma dieta hiperlipídica. Foi possível demonstrar um aumento na fosforilação da proteína quinase B/Akt, melhora da sinalização da insulina e redução da glicemia de jejum nos camundongos que realizaram 1 hora de natação sem sobrecarga adicional e nos camundongos que realizaram 1 hora de natação com sobrecarga adicional de 5% de sua massa corporal. Entretanto, não houve diferença significativa entre os grupos que realizaram o exercício em diferentes intensidades. **Conclusão:** Independente da intensidade, o exercício físico aeróbio conseguiu aumentar a sensibilidade à insulina e a fosforilação da proteína quinase B/Akt, revelando ser uma boa forma de tratamento e prevenção do diabetes tipo 2.

Descritores: Exercício físico; Obesidade; Diabetes; Resistência à insulina; Camundongos

ABSTRACT

Objective: To investigate the effects of different intensities of acute exercise on insulin sensitivity and protein kinase B/Akt activity in skeletal muscle of obese mice. **Methods:** Swiss mice were randomly divided into four groups, and fed either a standard diet (control group) or high fat diet (obese sedentary group and obese exercise group 1 and 2) for 12 weeks. Two different exercise protocols were used: swimming for 1 hour with or without an overload of 5% body weight. The insulin tolerance test was performed to estimate whole-body sensitivity. Western blot technique was used to determine protein levels of protein kinase B/Akt and phosphorylation by protein Kinase B/Akt in mice skeletal muscle. **Results:** A single bout of exercise inhibited the high fat diet-induced insulin resistance. There was increase in phosphorylation by protein kinase B/Akt serine, improve in insulin signaling and reduce of fasting glucose in mice that swam for 1 hour without overload and mice that swam for 1 hour with overload of 5%. However, no significant differences were seen between exercised groups. **Conclusion:** Regardless of intensity, aerobic exercise was able to improve insulin sensitivity and phosphorylation by protein kinase B/Akt, and proved to be a good form of treatment and prevention of type 2 diabetes.

Keywords: Physical exercise; Obesity; Diabetes; Insulin resistance; Mice

INTRODUÇÃO

O exercício físico aumenta a sensibilidade à insulina independentemente da redução da massa corporal e de

ANEXO F

artigo original

Efeito Benéfico do Exercício Físico no Controle Metabólico do Diabetes Mellitus Tipo 2 à Curto Prazo

Carlos A. da Silva
Walter C. de Lima

*Departamento de Clínica Médica,
Faculdade de Ciências Médicas,
Universidade Estadual de
Campinas, SP.*

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito do exercício físico regular no controle glicêmico em indivíduos diabéticos tipo 2, tratados e não-tratados com insulina, em pessoas da região do Vale do Itajaí, SC, com idades entre 45 e 75 anos. Foram realizados testes de glicemia jejum (GJ), hemoglobina glicosilada (HbA1c) e glicemia capilar nos clientes da Unicardio/HSC e nos participantes da Associação dos Diabéticos de Blumenau (n= 33), onde estes passaram por um programa de exercício físico de 10 semanas, após as quais os participantes da amostra foram reavaliados. Foi avaliado também: perfil lipídico, pressão arterial, frequência cardíaca de repouso e índice de massa corporal. Os instrumentos utilizados foram: o exame de sangue em jejum para avaliação laboratorial e a glicemia capilar. Para análise estatística utilizou-se o teste "t" de Student e a reta ajustada de mínimos quadrados, pela regressão linear. Obteve-se os seguintes resultados: glicemia capilar média pré-teste = 179mg/dL e pós-teste= 148mg/dL; HbA1c média pré-teste = 9,5% e pós-teste = 8,5%; GJ média pré-teste= 164,8mg/dL e pós-teste= 156,4mg/dL. Estes resultados permitem concluir que o exercício físico é de grande importância no controle glicêmico do indivíduo diabético tipo 2, tratado ou não-tratado com insulina, diminuindo a glicemia e a HbA1c. **(Arq Bras Endocrinol Metab 2002;46/5:550-556)**

Descritores: Exercício físico; Glicemia; Hemoglobina glicosilada; Diabetes mellitus

ANEXO G

Efeito do treinamento combinado e aeróbio no controle glicêmico no diabetes tipo 2

Effect of combined and aerobic training on glycemic control in type 2 diabetes

Antônio Renato Pereira Moro^[a], Rodrigo da Rosa Iop^[b], Franciele Cascaes da Silva^[c], Paulo José Barbosa Gutierrez Filho^[d]

^[a] Educador Físico, Doutor em Ciência do Movimento Humano, docente do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina (CDS/UFSC), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: moro@cds.ufsc.br

^[b] Mestre em Ciências Aplicadas Atividade Física e Saúde, docente do Departamento de Fisioterapia da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Tubarão, SC - Brasil, e-mail: fisiopb@hotmail.com.

^[c] Fisioterapeuta, bolsista do curso de Fisioterapia pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Tubarão, SC - Brasil, e-mail: francascaes@yahoo.com.br

^[d] Doutor, professor de Educação Física, pesquisador no Laboratório de Atividade Motora Adaptada (LABAMA), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC - Brasil, e-mail: d2paulo@udesc.br

Resumo

Introdução: O diabetes tipo 2 é um grupo heterogêneo de doença metabólica causada por uma disfunção na secreção da insulina e/ou ação desta. **Objetivos:** Comparar o efeito de duas modalidades de treinamento, o combinado (aeróbio e resistido) e o aeróbio, no controle glicêmico no diabetes tipo 2. **Materiais e métodos:** A pesquisa caracteriza-se por ser um estudo quase-experimental. Após aprovação do CEP, com registro 09.071.4.08. III, deu-se início ao programa de treinamento combinado e aeróbio. Foram selecionados 24 participantes, de ambos os gêneros, sedentários, com média de idade de $60,41 \pm 7,87$. Os participantes foram divididos aleatoriamente em dois grupos: treinamento combinado ($n = 12$) e treinamento aeróbio ($n = 12$); ambos foram avaliados no início e final do estudo. A concentração sérica de glicose foi determinada pelo sistema Vitros e a hemoglobina glicosilada foi determinada pelo método Cromatografia Líquida de Alta Performance. O treinamento foi realizado três vezes por semana, com duração total de 20 semanas. Os dados são expressos em média e desvio-padrão. Foi aplicado o teste t pareado ($p \leq 0,05$) para comparar a média basal e após 20 semanas de treinamento. **Resultados:** A média da glicose em jejum do treinamento

Moro ARP, Iop RR, da Silva FC.

430

combinado reduziu significativamente, de $167,41 \pm 33,13$ para $119,83 \pm 20,91$, sendo que o mesmo ocorreu com o treinamento aeróbio de $139,83 \pm 63,57$ para $139,91 \pm 34,04$. Os valores da hemoglobina glicosilada no treinamento combinado e treinamento aeróbio reduziram significativamente, de $8,61 \pm 1,17$ para $7,25 \pm 1,24$ e de $9,52 \pm 2,46$ para $8,37 \pm 1,50$, respectivamente. **Conclusão:** O treinamento combinado foi mais eficaz em relação à hemoglobina glicosilada e o treinamento aeróbio, na glicose plasmática.

Palavras-chave: Diabetes tipo 2. Hemoglobina glicosilada. Glicose plasmática.

ANEXO H

EXERCÍCIO FÍSICO E *Diabetes mellitus* TIPO 2Waleska C. Dornas¹Tânia T. de Oliveira²Tanus J. Nagem^{1*}

DORNAS, W. C.; OLIVEIRA, T. T.; NAGEM, T. J. Exercício físico e diabetes mellitus tipo 2. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 15, n. 1, p. 95-107, jan./abr. 2011.

RESUMO: Um estilo de vida sedentário deve ser considerado um importante fator de risco capaz de ser modificado para indivíduos com *diabetes mellitus* (DM) tipo 2, já que atividade física regular oferece múltiplos benefícios que incluem melhora da sensibilidade à insulina e do controle glicêmico, aumento do condicionamento cardiorespiratório e redução do risco de mortalidade cardiovascular. Entretanto, o estabelecimento de programas de treinamentos e de guias práticos para o manejo adequado na diabetes tipo 2 não têm sido sugeridos num consenso único. Dessa forma, o presente estudo selecionou publicações realizadas a partir de dados Pubmed, objetivando discutir informações que estão sendo descritas na literatura de forma a reforçar bases que representem uma resposta adaptativa às demandas do treinamento, apoiando uma positiva função da atividade física no cuidado da diabetes tipo 2.

PALAVRAS-CHAVE: *Diabetes mellitus*; Atividade física; Glicemia; Insulina.

ANEXO I

Efeitos dos treinamentos aeróbio, resistido e combinado sobre a composição corporal de diabéticos tipo 2

Effects of aerobic, resistance and combined training on body composition in type2 diabetics

Gabriela do Nascimento Lima¹; Stevia Lira Queiroz²; Pedro Weldes da Silva Cruz³; Heva Lillian Bezerra Albuquerque dos Santos⁴; Cláudio Barnabé dos Santos Cavalcanti⁵; Denise Maria Martins Vancea⁶

¹Pós-Graduanda em Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica – ESEF/UPE. Recife, PE – Brasil.

²Mestranda em Ciências da Saúde – FCM / UPE. Recife, PE – Brasil.

³Pós-Graduando em Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica – ESEF/UPE. Recife, PE – Brasil.

⁴Pós-Graduando em Exercício Físico Aplicado à Reabilitação Cardíaca e Metabólica – UCF. Recife, PE – Brasil.

⁵Professor à disposição da Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco. Recife, PE – Brasil.

⁶Professora Adjunta – ESEF/UPE, Coordenadora Setorial de Pós-Graduação e Pesquisa – ESEF/UPE – Coordenadora Doce Vida – ESEF/UPE. Recife, PE – Brasil.

Endereço para correspondência
Gabriela do Nascimento Lima
R. Arnóbio Marques, 310, Santo Amaro
50100-130 – Recife, PE – Brasil.
gabrielalima_81@yahoo.com.br

Resumo

Introdução: O diabetes *mellitus* tipo 2 (DM2) possui grande relação com sedentarismo e obesidade, estimando-se que 60% a 90% dos diabéticos têm excesso de peso. **Objetivo:** Analisar o efeito de um treinamento aeróbio, resistido e combinado na composição corporal de DM2. **Métodos:** A pesquisa foi realizada com 16 DM2, durante 11 semanas. Dividiu-se a amostra em três grupos: treinamento aeróbio (TA), n=5, MI= 66,8 ±5,67, que realizou 40 minutos de exercício aeróbio; treinamento resistido (TR), n=6, MI= 64,16 ±10, que praticou oito exercícios de resistência e treinamento combinado (TC), n=5, MI= 59,6 ±10,8, que efetuou 20 minutos do TA e quatro exercícios do TR. O IMC foi mensurado no pré-treinamento e no pós-treinamento. **Resultados:** Observou-se uma diferença estatisticamente significativa do IMC nos três grupos, comparando-se o pré-treino com o pós-treino (p=0,02). **Conclusão:** O treinamento aeróbio resistido e o combinado são eficazes na diminuição do IMC.

Descritores: Composição corporal; Diabetes *mellitus* tipo 2; Exercício físico.

The Effects of Aerobic Exercise Training on Psychosocial Aspects of Men with Type 2 Diabetes Mellitus

Mohammad Ali Sardar¹, Vahdat Boghrabadi², Mahdi Sohrabi³, Reza Aminzadeh⁴ & Mehrdad Jalalian^{5,6}

¹ Department of General Courses, Faculty of Medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

² Department of Physical Education, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran

³ Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

⁴ Department of Physical Education, Emam Reza University, Mashhad, Iran

⁵ Electronic Physician Journal, Mashhad, Iran

⁶ Department of Research and Foreign Affairs, Mehrafarin Inc., Mashhad, Iran

Correspondence: Dr. Mohammad Ali Sardar, Department of general courses, Faculty of medicine, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran. Tel: 98-915-317-6845. E-mail: sardarma@mums.ac.ir

Received: December 30, 2012 Accepted: November 13, 2013 Online Published: January 20, 2014

doi:10.5539/gjhs.v6n2p196

URL: <http://dx.doi.org/10.5539/gjhs.v6n2p196>

This research was sponsored by the Research Department of Mashhad Medical Faculty, Code 85357

Abstract

Aim: This study was conducted to examine the effects of aerobic exercise training on psychosocial aspects (mental health, the aspects of physical symptoms, anxiety and insomnia, social functioning, and depression) in patients with type 2 diabetes mellitus.

Methods: 53 men who had type 2 diabetes mellitus for a mean duration of the disease for 3±5 years were selected purposely and classified randomly into experimental (27 patients) and a control group (26 patients). Patients in the experimental group did aerobic exercise training three times a week for eight weeks. The exercise included an aerobic activity for 45 to 60 minutes during which the patients' heart rates were maintained at 60-70 percent of heart rate reserve on ergo meter bikes.

Results: The eight-week aerobic exercise training had significant effects on mental health ($p = 0.002$), subscales of physical symptoms ($p = 0.006$), and anxiety and insomnia ($p = 0.001$). It had no significant effects on subscales related to disorder of social functioning ($p = 0.117$) and depression ($p = 0.657$).

Conclusions: Aerobic exercise training can be considered as an appropriate program for improving the health of the patients with type 2 diabetes mellitus, and it also can improve their mental health.

Keywords: aerobic exercise training, mental health, depression, diabetes mellitus, psychosocial aspects

ANEXO K

Hindawi Publishing Corporation
 BioMed Research International
 Volume 2013, Article ID 805217, 8 pages
<http://dx.doi.org/10.1155/2013/805217>

Review Article

Resistance Training for Diabetes Prevention and Therapy: Experimental Findings and Molecular Mechanisms

Barbara Strasser¹ and Dominik Pesta²

¹ *Institute for Nutritional Sciences and Physiology, University for Health Sciences, Medical Informatics and Technology, A-6060 Hall in Tirol, Eduard Wallnoefer-Zentrum 1, Austria*

² *Department of Internal Medicine, Yale University School of Medicine, 333 Cedar Street, New Haven, CT 06510, USA*

Correspondence should be addressed to Barbara Strasser; barbara.strasser@umit.at

Received 31 October 2013; Accepted 9 December 2013

Academic Editor: Pierpaolo De Feo

Copyright © 2013 B. Strasser and D. Pesta. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Type 2 diabetes mellitus (T2D) is characterized by insulin resistance, impaired glycogen synthesis, lipid accumulation, and impaired mitochondrial function. Exercise training has received increasing recognition as a cornerstone in the prevention and treatment of T2D. Emerging research suggests that resistance training (RT) has the power to combat metabolic dysfunction in patients with T2D and seems to be an effective measure to improve overall metabolic health and reduce metabolic risk factors in diabetic patients. However, there is limited mechanistic insight into how these adaptations occur. This review provides an overview of the intervention data on the impact of RT on glucose metabolism. In addition, the molecular mechanisms that lead to adaptation in skeletal muscle in response to RT and that are associated with possible beneficial metabolic responses are discussed. Some of the beneficial adaptations exerted by RT include increased GLUT4 translocation in skeletal muscle, increased insulin sensitivity and hence restored metabolic flexibility. Increased energy expenditure and excess postexercise oxygen consumption in response to RT may be other beneficial effects. RT is increasingly establishing itself as an effective measure to improve overall metabolic health and reduce metabolic risk factors in diabetic patients.

Muscle-Strengthening and Conditioning Activities and Risk of Type 2 Diabetes: A Prospective Study in Two Cohorts of US Women

Anders Grøntved^{1,2*}, An Pan^{1,3}, Rania A. Mekary^{1,4}, Meir Stampfer^{5,6}, Walter C. Willett^{1,6,7}, JoAnn E. Manson^{5,7}, Frank B. Hu^{1,6,7*}

1 Department of Nutrition, Harvard School of Public Health, Boston, Massachusetts, United States of America, **2** Department of Sport Science and Clinical Biomechanics, Research Unit for Exercise Epidemiology and Centre of Research in Childhood Health, University of Southern Denmark, Odense, Denmark, **3** Saw Swee Hock School of Public Health and Yong Loo Lin School of Medicine, National University of Singapore and National University Health System, Singapore, Republic of Singapore, **4** Department of Pharmaceutical Sciences, Massachusetts College of Pharmacy and Health Sciences University, Boston, Massachusetts, United States of America, **5** Department of Medicine, Harvard Medical School and Brigham and Women's Hospital, Boston, Massachusetts, United States of America, **6** Channing Division of Network Medicine, Department of Medicine, Harvard Medical School and Brigham and Women's Hospital, Boston, Massachusetts, United States of America, **7** Department of Epidemiology, Harvard School of Public Health, Boston, Massachusetts, United States of America

Abstract

Background: It is well established that aerobic physical activity can lower the risk of type 2 diabetes (T2D), but whether muscle-strengthening activities are beneficial for the prevention of T2D is unclear. This study examined the association of muscle-strengthening activities with the risk of T2D in women.

Methods and Findings: We prospectively followed up 99,316 middle-aged and older women for 8 years from the Nurses' Health Study (NHS) aged 53–81 years, 2000–2008 and Nurses' Health Study II (NHSII) aged 36–55 years, 2001–2009, who were free of diabetes, cancer, and cardiovascular diseases at baseline. Participants reported weekly time spent on resistance exercise, lower intensity muscular conditioning exercises (yoga, stretching, toning), and aerobic moderate and vigorous physical activity (MVPA) at baseline and in 2004/2005. Cox regression with adjustment for major determinants for T2D was carried out to examine the influence of these types of activities on T2D risk. During 705,869 person years of follow-up, 3,491 incident T2D cases were documented. In multivariable adjusted models including aerobic MVPA, the pooled relative risk (RR) for T2D for women performing 1–29, 30–59, 60–150, and >150 min/week of total muscle-strengthening and conditioning activities was 0.83, 0.93, 0.75, and 0.60 compared to women reporting no muscle-strengthening and conditioning activities ($p < 0.001$ for trend). Furthermore, resistance exercise and lower intensity muscular conditioning exercises were each independently associated with lower risk of T2D in pooled analyses. Women who engaged in at least 150 min/week of aerobic MVPA and at least 60 min/week of muscle-strengthening activities had substantial risk reduction compared with inactive women (pooled RR = 0.33 [95% CI 0.29–0.38]). Limitations to the study include that muscle-strengthening and conditioning activity and other types of physical activity were assessed by a self-administered questionnaire and that the study population consisted of registered nurses with mostly European ancestry.

Conclusions: Our study suggests that engagement in muscle-strengthening and conditioning activities (resistance exercise, yoga, stretching, toning) is associated with a lower risk of T2D. Engagement in both aerobic MVPA and muscle-strengthening type activity is associated with a substantial reduction in the risk of T2D in middle-aged and older women.

Please see later in the article for the Editors' Summary.

Citation: Grøntved A, Pan A, Mekary RA, Stampfer MJ, Willett WC, et al. (2014) Muscle-Strengthening and Conditioning Activities and Risk of Type 2 Diabetes: A

Aerobic and Combined Exercise Sessions Reduce Glucose Variability in Type 2 Diabetes: Crossover Randomized Trial

Franciele R. Figueira^{1,2}, Daniel Umpierre^{1,3}, Karina R. Casali^{2,4}, Pedro S. Tetelbom¹, Nicoli T. Henn¹, Jorge P. Ribeiro^{1,3,5†}, Beatriz D. Schaan^{1,2,3,5*}

1 Exercise Pathophysiology Research Laboratory, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, **2** Postgraduate Program in Endocrinology, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, **3** Postgraduate Program in Cardiology, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, **4** Instituto de Cardiologia/Fundação Universitária de Cardiologia do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, **5** Department of Internal Medicine, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil

Abstract

Purpose: To evaluate the effects of aerobic (AER) or aerobic plus resistance exercise (COMB) sessions on glucose levels and glucose variability in patients with type 2 diabetes. Additionally, we assessed conventional and non-conventional methods to analyze glucose variability derived from multiple measurements performed with continuous glucose monitoring system (CGMS).

Methods: Fourteen patients with type 2 diabetes (56 ± 2 years) wore a CGMS during 3 days. Participants randomly performed AER and COMB sessions, both in the morning (24 h after CGMS placement), and at least 7 days apart. Glucose variability was evaluated by glucose standard deviation, glucose variance, mean amplitude of glycemic excursions (MAGE), and glucose coefficient of variation (conventional methods) as well as by spectral and symbolic analysis (non-conventional methods).

Results: Baseline fasting glycemia was 139 ± 05 mg/dL and HbA1c $7.9 \pm 0.7\%$. Glucose levels decreased immediately after AER and COMB protocols by $\sim 16\%$, which was sustained for approximately 3 hours. Comparing the two exercise modalities, responses over a 24-h period after the sessions were similar for glucose levels, glucose variance and glucose coefficient of variation. In the symbolic analysis, increases in 0 V pattern (COMB, 67.0 ± 7.1 vs. 76.0 ± 6.3 , $P = 0.003$) and decreases in 1 V pattern (COMB, 29.1 ± 5.3 vs. 21.5 ± 5.1 , $P = 0.004$) were observed only after the COMB session.

Conclusions: Both AER and COMB exercise modalities reduce glucose levels similarly for a short period of time. The use of non-conventional analysis indicates reduction of glucose variability after a single session of combined exercises.

Trial Registration: Aerobic training, aerobic-resistance training and glucose profile (CGMS) in type 2 diabetes (CGMS exercise). ClinicalTrials.gov ID: NCT00887094.

Nine Months of Combined Training Improves Ex Vivo Skeletal Muscle Metabolism in Individuals With Type 2 Diabetes

Lauren M. Sparks, Neil M. Johannsen, Timothy S. Church, Conrad P. Earnest, Esther Moonen-Kornips, Cedric Moro, Matthijs K. C. Hesselink, Steven R. Smith, and Patrick Schrauwen

NUTRIM School for Nutrition, Toxicology, and Metabolism, Departments of Human Biology (L.M.S., E.M.-K., P.S.) and Human Movement Sciences (M.K.C.H.), Maastricht University Medical Center, 6200 MD Maastricht, The Netherlands; Department of Preventive Medicine (L.M.S., N.M.J., T.S.C., C.M.), Pennington Biomedical Research Center, Baton Rouge, Louisiana 70808; Sport, Health and Exercise Science (C.P.E.), Department for Health, University of Bath, Bath BA2 7AY, United Kingdom; Translational Research Institute for Metabolism and Diabetes (L.M.S., S.R.S.), Florida Hospital, Orlando, Florida 32804; and Diabetes and Obesity Research Center (S.R.S.), Sanford-Burnham Medical Research Institute, Orlando, Florida 32827

Context: Type 2 diabetes (T2D) has features of disordered lipid and glucose metabolism, due in part to reduced mitochondrial content.

Objective: Our objective was to investigate effects of different types of exercise on mitochondrial content and substrate oxidation in individuals with T2D (ancillary study of the randomized controlled trial Health Benefits of Aerobic and Resistance Training in Individuals with Type 2 Diabetes, HART-D).

Intervention: T2D individuals were randomized to aerobic training (AT, $n = 12$), resistance training (RT, $n = 18$), combination training (ATRT, $n = 12$), or nonexercise control ($n = 10$). Blood draws, peak oxygen consumption tests, dual-energy x-ray absorptiometry scans and muscle biopsies of vastus lateralis were performed before and after 9 months. Ex vivo substrate oxidations ($^{14}\text{CO}_2$), mitochondrial content, and enzyme activities were measured. Glycated hemoglobin A_{1c} and free fatty acids were also determined.

Results: Mitochondrial content increased after RT and ATRT. Octanoate oxidation increased after AT and ATRT, whereas palmitate, pyruvate, and acetate oxidations increased in all exercise groups. Exercise-induced responses in mitochondrial DNA were associated with improvements in peak oxygen consumption, β -hydroxyacyl-coenzyme A dehydrogenase activity, and palmitate oxidation.

Conclusions: Nine months of AT and RT significantly improved most aspects of skeletal muscle mitochondrial content and substrate oxidation, whereas the combination improved all aspects. These exercise responses were associated with clinical improvements, indicating that long-term training, especially combination, is an effective lifestyle therapy for individuals with T2D by way of improving muscle substrate metabolism. (*J Clin Endocrinol Metab* 98: 1694–1702, 2013)

Differences in the Acute Effects of Aerobic and Resistance Exercise in Subjects with Type 2 Diabetes: Results from the RAED2 Randomized Trial

Elisabetta Bacchi¹*, Carlo Negri¹, Maddalena Trombetta¹, Maria Elisabetta Zanolin², Massimo Lanza³, Enzo Bonora¹, Paolo Moghetti¹*

1 Section of Endocrinology, Diabetes and Metabolism, Department of Medicine, University and Azienda Ospedaliera Universitaria Integrata of Verona, Verona, Italy, **2** Section of Epidemiology and Medical Statistics, Department of Public Health and Community Medicine, University of Verona, Verona, Italy, **3** Section of Motor Sciences, Department of Neurological, Neuropsychological, Morphological and Movement Sciences, University of Verona, Verona, Italy

Abstract

Objective: Both aerobic (AER) and resistance (RES) training, if maintained over a period of several months, reduce HbA1c levels in type 2 diabetes subjects. However, it is still unknown whether the short-term effects of these types of exercise on blood glucose are similar. Our objective was to assess whether there may be a difference in acute blood glucose changes after a single bout of AER or RES exercise.

Study Design: Twenty-five patients participating in the RAED2 Study, a RCT comparing AER and RES training in diabetic subjects, were submitted to continuous glucose monitoring during a 60-min exercise session and over the following 47 h. These measurements were performed after 10.9±0.4 weeks of training. Glucose concentration areas under the curve (AUC) during exercise, the subsequent night, and the 24-h period following exercise, as well as the corresponding periods of the non-exercise day, were assessed. Moreover, the low (LBGI) and high (HBGI) blood glucose indices, which summarize the duration and extent of hypoglycaemia or hyperglycaemia, respectively, were measured.

Results: AER and RES training similarly reduced HbA1c. Forty-eight hour glucose AUC was similar in both groups. However, a comparison of glucose AUC during the 60-min exercise period and the corresponding period of the non-exercise day showed that glucose levels were lower during exercise in the AER but not in the RES group (time-by-group interaction $p=0.04$). Similar differences were observed in the nocturnal periods (time-by-group interaction $p=0.02$). Accordingly, nocturnal LBGI was higher in the exercise day than in the non-exercise day in the AER ($p=0.012$) but not in the RES group ($p=0.62$).

Conclusions: Although AER and RES training have similar long-term metabolic effects in diabetic subjects, the acute effects of single bouts of these exercise types differ, with a potential increase in late-onset hypoglycaemia risk after AER exercise.

Trial registration: ClinicalTrials.gov NCT01182948

Citation: Bacchi E, Negri C, Trombetta M, Zanolin ME, Lanza M, et al. (2012) Differences in the Acute Effects of Aerobic and Resistance Exercise in Subjects with

Effect of High- versus Low-Intensity Supervised Aerobic and Resistance Training on Modifiable Cardiovascular Risk Factors in Type 2 Diabetes; The Italian Diabetes and Exercise Study (IDES)

Stefano Balducci^{1,2,3,4}, Silvano Zanuso^{4,5}, Patrizia Cardelli^{1,5}, Laura Salvi^{1,2}, Alessandra Bazuro^{1,2}, Luca Pugliese^{1,2}, Carla Maccora^{1,2}, Carla Iacobini^{1,3}, Francesco G. Conti^{1,2}, Antonio Nicolucci⁶, Giuseppe Pugliese^{1,2*}, for the Italian Diabetes Exercise Study (IDES) Investigators[†]

† Department of Clinical and Molecular Medicine, "La Sapienza" University, Rome, Italy, **2** Diabetes Unit, Sant'Andrea Hospital, Rome, Italy, **3** Metabolic Fitness Association, Monterotondo, Rome, Italy, **4** School of Science, University of Greenwich, London, United Kingdom, **5** Laboratory of Clinical Chemistry, Sant'Andrea Hospital, Rome, Italy, **6** Department of Clinical Pharmacology and Epidemiology, Consorzio Mario Negri Sud, S. Maria Imbaro, Chieti, Italy

Abstract

Background: While current recommendations on exercise type and volume have strong experimental bases, there is no clear evidence from large-sized studies indicating whether increasing training intensity provides additional benefits to subjects with type 2 diabetes.

Objective: To compare the effects of moderate-to-high intensity (HI) versus low-to-moderate intensity (LI) training of equal energy cost, i.e. exercise volume, on modifiable cardiovascular risk factors.

Design: Pre-specified sub-analysis of the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES), a randomized multicenter prospective trial comparing a supervised exercise intervention with standard care for 12 months (2005–2006).

Setting: Twenty-two outpatient diabetes clinics across Italy.

Patients: Sedentary patients with type 2 diabetes assigned to twice-a-week supervised progressive aerobic and resistance training plus exercise counseling (n = 303).

Interventions: Subjects were randomized by center to LI (n = 142, 136 completed) or HI (n = 161, 152 completed) progressive aerobic and resistance training, i.e. at 55% or 70% of predicted maximal oxygen consumption and at 60% or 80% of predicted 1-Repetition Maximum, respectively, of equal volume.

Main Outcome Measure(s): Hemoglobin (Hb) A_{1c} and other cardiovascular risk factors; 10-year coronary heart disease (CHD) risk scores.

Results: Volume of physical activity, both supervised and non-supervised, was similar in LI and HI participants. Compared with LI training, HI training produced only clinically marginal, though statistically significant, improvements in HbA_{1c} (mean difference -0.17% [95% confidence interval -0.44, 0.10], P = 0.03), triglycerides (-0.12 mmol/l [-0.34, 0.10], P = 0.02) and total cholesterol (-0.24 mmol/l [-0.46, -0.01], P = 0.04), but not in other risk factors and CHD risk scores. However, intensity was not an independent predictor of reduction of any of these parameters. Adverse event rate was similar in HI and LI subjects.

Conclusions: Data from the large IDDES cohort indicate that, in low-fitness individuals such as sedentary subjects with type 2 diabetes, increasing exercise intensity is not harmful, but does not provide additional benefits on cardiovascular risk factors.

Trial Registration: www.ISRCTN.org ISRCTN-04252749.

ANEXO Q

Resistance Training Reduces Subclinical Inflammation in Obese, Postmenopausal Women

MELODY D. PHILLIPS¹, ROBERT M. PATRIZI¹, DENNIS J. CHEEK², JOSHUA S. WOOTEN³, JAMES J. BARBEE⁴, and JOEL B. MITCHELL¹

¹Exercise Physiology Laboratory, Texas Christian University, Fort Worth, TX; ²Nursing Research Laboratory, Texas Christian University, Fort Worth, TX; ³Institute for Women's Health, Texas Woman's University, Denton, TX; and ⁴JPS Health Network, Division of Primary Care Sports Medicine, Arlington, TX

ABSTRACT

PHILLIPS, M. D., R. M. PATRIZI, D. J. CHEEK, J. S. WOOTEN, J. J. BARBEE, and J. B. MITCHELL. Resistance Training Reduces Subclinical Inflammation in Obese, Postmenopausal Women. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 44, No. 11, pp. 2099–2110, 2012. **Purpose:** Aerobic exercise is frequently prescribed to reduce inflammatory-related disease (cardiovascular disease and diabetes) risk. Resistance training (RT), however, may be key to maximizing anti-inflammatory benefits of consistent exercise. We examined the influence of RT on inflammatory biomarkers in obese, postmenopausal women. **Methods:** Twenty-three women (65.6 ± 2.6 yr; body mass index, $33 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) underwent 12 wk of RT (3 sets, 10 exercises, $3 \times$ per week, 8–12 repetition maximum (RM), resistance exercise (EX), $N = 11$) or social interaction intervention (SI, stretching, knitting, health lectures, $2 \times$ per week, control group (CON), $N = 12$). Both before (BT) and after (AT) RT or SI, blood was collected before (PR), immediately (PO), 2 h (2H), and 24 h (24H) after a single resistance exercise bout (RE) in EX and at the same time points in nonexercise, resting CON. For all time points, blood was analyzed for IL-6, leptin, and lipopolysaccharide (LPS)-stimulated tumor necrosis factor- α (TNF- α) (LPS-TNF) and IL-10 (LPS-IL10). PR samples were also examined for C-reactive protein, TNF- α , and adiponectin, and mRNA expression of toll-like receptor 4 (TLR4) and MC1R. Subcutaneous adipose tissue was extracted BT and AT and analyzed for mRNA expression of monocyte chemoattractant protein-1, leptin, CD68, and TLR4. **Results:** RT improved strength (44%) and reduced circulating C-reactive protein (–33%), leptin (–18%) and TNF- α (–29%) with no change in body composition. IL-6 decreased after SI in CON (–17%). LPS-TNF increased after SI or RT (CON +26%, EX +67%, respectively), whereas LPS-IL10 decreased in CON (–28%) but increased in EX (+20%). RT did not influence inflammatory biomarker gene expression in whole blood or subcutaneous adipose tissue. A single RE bout augmented LPS-TNF and LPS-IL10 at 24H in EX, particularly AT. **Conclusion:** RT reduced markers of subclinical inflammation in circulation in obese, postmenopausal women in the absence of changes in body composition. Chronic RT also enhanced response to endotoxin challenge both at rest (PR) and 24 h after an acute RE bout (24H). **Key Words:** CRP, IL-6, TNF- α , LEPTIN, IL-10, LIPOPOLYSACCHARIDE (LPS), ADIPOSE TISSUE

ANEXO R

Tratamento do Diabetes Mellitus do Tipo 2: Novas Opções

perspectivas

RESUMO

O diabetes mellitus do tipo 2 (DM2) resulta de defeitos na secreção e ação da insulina. Ele está frequentemente associado à resistência à insulina, obesidade andróide, dislipidemia e hipertensão arterial, constituindo a síndrome metabólica. O tratamento atual visa diminuir a resistência à insulina e melhorar a função da célula beta pancreática com dieta, exercícios, hipoglicemiantes orais, anti-hiperglicemiantes e/ou drogas anti-obesidade. Novas drogas no tratamento do DM estão surgindo, tornando possíveis múltiplas opções terapêuticas. Este artigo apresenta uma revisão sobre o assunto. (*Arq Bras Endocrinol Metab* 2000; 44/6: 509-18)

Unitermos: Diabetes tipo 2; Diabetes mellitus não insulino-dependente; Hipoglicemiantes orais; Anti-hiperglicemiantes; Tratamento.

*Leila Maria Batista Araújo
Maria M. dos Santos Britto
Thomas R. Porto da Cruz*

ANEXO S

Estudo de fatores associados a adesão ao tratamento não farmacológico em portadores de diabetes mellitus assistidos pelo Programa Saúde da Família, Ventosa, Belo Horizonte

A study of factors associated to non-pharmacological treatment delivered by the Family Health Program in Ventosa, Belo Horizonte, to carriers of *diabetes mellitus*

ana Ursine¹

Abstract *Diabetes Mellitus is turning into one of the main public health problems in Brazil. Many factors may contribute to the low adherence to treatment. The objective of this study was to investigate the association between educational and social-economic factors and factors related to the health, the perception of disease, social support and adherence to non-pharmacological treatment of carriers of diabetes mellitus assisted in the family health program of the Health Center in Ventosa, Belo Horizonte. Data were collected in interviews with 164 diabetics who were waiting for assistance in the health center. Univariate analysis showed significant association between adhesion to the non-pharmacological treatment and low income, place of residence, knowledge about consequences, motivation with regard to the treatment, making part of a diabetics group and orientation.*

Resumo *O diabetes mellitus vem se tornando um dos principais problemas de saúde pública no Brasil. Há vários fatores que podem contribuir para a baixa adesão ao tratamento. O objetivo deste estudo foi investigar a associação entre fatores educacionais, demográficos, socioeconômicos, de saúde, percepção da doença, suporte social e adesão ao tratamento não farmacológico em portadores de diabetes mellitus assistidos pelo Programa Saúde da Família do Centro de Saúde Ventosa, em Belo Horizonte. As informações foram obtidas através de entrevistas com 164 diabéticos que estavam aguardando o acolhimento do Centro de Saúde. Na análise univariada, verificou-se associação significativa entre a adesão ao tratamento não farmacológico e baixa renda, local de residência, conhecimento sobre complicações, motivação com o tratamento, fazer parte de grupo de diabéticos e orientação.*

EMAS/UNIVERS. PRETENSES

¹ Departamento de Fisioterapia, Centro Universitário de Belo Horizonte. Av. Prof. Mário Werneck 1663, Estoril, 30455-410 Belo Horizonte MG, bolhaia@yahoo.com.br

therapist. Multivariate analysis showed the variables "treatment motivation" and "part of some diabetics group", to be statistically significant as refers to the total adhesion (p < 0.05). The variables "knowledge about consequences" and "place of residence - high risk area" were statistically significant as refers to the total adhesion (p < 0.06), however presenting an inverse relation.
Key words *Diabetes mellitus, Treatment adhesion, Family Health Program*

peuta. Após análise multivariada, as variáveis "motivação com o tratamento" e "faz parte de algum grupo de diabético" foram estatisticamente significativas para a adesão total (p<0,05). As variáveis "conhecimento sobre as complicações" e "local de residência - área de elevado risco" obtiveram limiar de significância estatística em relação à adesão total (p= 0,06), apresentando, no entanto, relação inversa.
Palavras-chave *Diabetes mellitus, Adesão ao tratamento, Programa Saúde da Família*

ANEXO T

ARTIGO DE REVISÃO

Exercício físico e síndrome metabólica

Emmanuel Gomes Ciolac¹ e Guilherme Veiga Guimarães²

RESUMO

A prática regular de atividade física tem sido recomendada para a prevenção e reabilitação de doenças cardiovasculares e outras doenças crônicas por diferentes associações de saúde no mundo, como o American College of Sports Medicine, os Centers for Disease Control and Prevention, a American Heart Association, o National Institutes of Health, o US Surgeon General, a Sociedade Brasileira de Cardiologia, entre outras. Estudos epidemiológicos têm demonstrado relação direta entre inatividade física e a presença de múltiplos fatores de risco como os encontrados na síndrome metabólica. Entretanto, tem sido demonstrado que a prática regular de exercício físico apresenta efeitos benéficos na prevenção e tratamento da hipertensão arterial, resistência à insulina, diabetes, dislipidemia e obesidade. Com isso, o condicionamento físico deve ser estimulado para todos, pessoas saudáveis e com múltiplos fatores de risco, desde que sejam capazes de participar de um programa de treinamento físico. Assim como a terapêutica clínica cuida de manter a função dos órgãos, a atividade física promove adaptações fisiológicas favoráveis, resultando em melhora da qualidade de vida.

—
P
P
—
si
ir
E
ti
h
o
te
ca
ca
si
p
ri
n
si
e
d

**Efeitos de um programa com práticas corporais em mulheres com
sobrepeso e obesidade**

**Effects of a program with bodily practices in women with overweight
and obesity**

Gabriela Martins Gorski

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Ponta Grossa – Brasil
gabriela_gorski@hotmail.com

Dante Luis Pereira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Ponta Grossa – Brasil
dantepelego@hotmail.com

Erivelton Fontana de Last

Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Itararé – Brasil
eriveltonlaat@hotmail.com

Luiz Alberto Pilatti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Ponta Grossa – Brasil
lapilatti@utfpr.edu.br

Resumo

O presente estudo teve como objetivo analisar a efetividade de intervenção com práticas corporais em um grupo de mulheres com sobrepeso e obesidade da UNICENTRO, Campus Itararé-PR. Este estudo caracterizou-se como descritivo e analisou amostras sanguíneas de glicemia, triglicerídeos, colesterol total, LDL-colesterol e HDL-colesterol antes e após o período de intervenção. O grupo foi composto por cinco indivíduos funcionários da Universidade Estadual do Centro Oeste, caracterizando-se por mulheres com sobrepeso e obesidade. Os indivíduos foram submetidos a um programa diversificado de práticas corporais por dez semanas, totalizando 26 sessões divididas em: caminhada, circo, karatê, atletismo, musculação, dança, jogos desportivos e pilates. As práticas foram desenvolvidas aleatoriamente com frequência semanal de três dias e duração de cinquenta minutos. Dentre as variáveis sanguíneas, somente o HDL-colesterol apresentou a mesma variação de comportamento no grupo, porém, não foram encontradas diferenças significativas. Destaca-se o sujeito 4, que apresentou melhora em todas as variáveis, e que pode ter sido influenciado pela frequência nas práticas corporais, alimentação adequada, e hábitos de vida saudáveis. Conclui-se que a diversidade das práticas corporais está relacionada a um aumento nos níveis individuais e do grupo de HDL-colesterol, além de ter melhorado todas as variáveis em um determinado sujeito, mostrando-se uma excelente opção no que diz respeito a promoção de saúde e prevenção de doenças.

Palavras-chave: práticas corporais, sobrepeso, obesidade.

Interval training attenuates the metabolic disturbances in type 1 diabetes rat model

Treinamento intervalado atenua os distúrbios metabólicos em modelo de ratos diabéticos do tipo 1

Ricelli Endrigo Ruppel Rocha¹, Isabela Coelho¹, Daniela Cristina T. Pequeto¹, Adriana Yamagushi¹, Gina Borghetti¹, Ricardo Key Yamazaki¹, Gleisson Alisson Pereira de Brito¹, Juliano Machado¹, Marcelo Kryczyk¹, Everson Araújo Nunes², Graciela Venera³, Luiz Claudio Fernandes¹

ABSTRACT

Objective: This study investigated the effect of interval training on blood biochemistry and immune parameters in type 1 diabetic rats. **Materials and methods:** Male Wistar rats were divided into four groups: sedentary (SE, n = 15), interval training (IT, n = 17), diabetic sedentary (DSE, n = 17), diabetic interval training (DIT, n = 17). Diabetes was induced by i.v. injection of streptozotocin (60 mg/kg). Swimming Interval Training consisted of 30-s exercise with 30-s rest, for 30 minutes, during 6 weeks, four times a week, with an overload of 15% of body mass. Plasma glucose, lactate, triacylglycerol and total cholesterol concentrations, phagocytic capacity, cationic vesicle content, and superoxide anion and hydrogen peroxide production by blood neutrophils and peritoneal macrophages were evaluated. Proliferation of mesenteric lymphocytes was also estimated. **Results:** Interval training resulted in attenuation of the resting hyperglycemic state and decreased blood lipids in the DIT group. Diabetes increased the functionality of blood neutrophils and peritoneal macrophages in the DSE group. Interval training increased all functionality parameters of peritoneal macrophages in the IT group. Interval training also led to a twofold increase in the proliferation of mesenteric lymphocytes after 6 weeks of exercise in the DIT group. **Conclusion:** Low-volume high-intensity physical exercise attenuates hyperglycemia and dislipidemia induced by type 1 diabetes, and induces changes in the functionality of innate and acquired immunity. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2013;57(8):594-602

Keywords

Interval training; *diabetes mellitus*; immune system; hyperglycemia

¹ Physiology Department, Biological Science Sector, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brazil

² Physiological Sciences Department, Biological Sciences Center, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brazil

³ Instituto Universitario Italiano de Rosario; Institute of Chemical and Physicochemical, Conicet, Buenos Aires, Argentina

ANEXO X

Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência

Energy expenditure and excess post-exercise oxygen consumption of resistance exercise

Cristiane MATSUURA¹

Cláudia de Mello MEIRELLES^{1,2,3}

Paulo Sérgio Chagas GOMES¹

RESUMO

O aumento do gasto energético com a atividade física é reconhecido como um importante coadjuvante em programas para redução da massa corporal. Porém, o impacto do exercício contra-resistência, incluindo o consumo de oxigênio em excesso pós-exercício sobre o gasto energético ainda é questionável. O objetivo desta revisão foi discutir a influência das variáveis do exercício contra-resistência (isto é, intensidade, intervalo de recuperação, velocidade de execução, número de séries, e modo - circuito ou contínuo) sobre o gasto energético durante e após uma sessão de exercícios, envolvendo uma discussão sobre os possíveis mecanismos do consumo de oxigênio em excesso pós-exercício. As inúmeras possibilidades de combinação entre tais variáveis podem favorecer uma variabilidade bastante grande no gasto energético de uma sessão de exercício contra-resistência (aproximadamente de 3 a 10 kcal.min⁻¹). Contudo, o volume total de trabalho parece ser determinante no gasto energético da sessão. O consumo de oxigênio em excesso pós-exercício, por outro lado, parece ser afetado pela intensidade. A manipulação das variáveis do exercício contra-resistência pode afetar os processos metabólicos subjacentes ao consumo de oxigênio em excesso pós-exercício, o que inclui ressíntese dos estoques de fosfato de alta energia, ressaturação da oximioglobina e oxihemoglobina, efeitos termogênicos, remoção de lactato, aumento no turnover protéico, e processos desencadeados pela estimulação simpática. Conclui-se que, para indivíduos destreinados e com sobrepeso, a prescrição de escolha poderia ser a de sessões de baixa intensidade e alto volume. Contudo, para indivíduos treinados, o aumento do gasto energético, a partir da execução de sessões de exercício contra-resistência mais intensas, pode ser adequado, dada a influência da intensidade sobre o consumo de oxigênio em excesso pós-exercício. Dessa forma, para a prescrição dietética, o nutricionista deve considerar e se beneficiar dos efeitos do treinamento com exercício contra-resistência sobre o aumento do gasto energético.

Termos de indexação: consumo de oxigênio; emagrecimento; exercício; sobrepeso.

ANEXO W

The Relative Benefits of Endurance and Strength Training on the Metabolic Factors and Muscle Function of People With Type 2 Diabetes Mellitus

Edmund Cauza, MD, Ursula Hanusch-Enserer, MD, Barbara Strasser, MSc, Bernhard Ludvik, MD, Sylvia Metz-Schimmerl, MD, Giovanni Pacini, DSc, Oswald Wagner, MD, Petra Georg, MD, Rudolf Prager, MD, Karam Kostner, MD, Attila Dunky, MD, Paul Haber, MD

ABSTRACT. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, Wagner O, Georg P, Prager R, Kostner K, Dunky A, Haber P. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1527-33.

Objective: To compare the effects of a 4-month strength training (ST) versus aerobic endurance training (ET) program on metabolic control, muscle strength, and cardiovascular endurance in subjects with type 2 diabetes mellitus (T2D).

Design: Randomized controlled trial.

Setting: Large public tertiary hospital.

Participants: Twenty-two T2D participants (11 men, 11 women; mean age \pm standard error, 56.2 ± 1.1 y; diabetes duration, 8.8 ± 3.5 y) were randomized into a 4-month ST program and 17 T2D participants (9 men, 8 women; mean age, 57.9 ± 1.4 y; diabetes duration, 9.2 ± 1.7 y) into a 4-month ET program.

Interventions: ST (up to 6 sets per muscle group per week) and ET (with an intensity of maximal oxygen consumption of 60% and a volume beginning at 15min and advancing to a maximum of 30min $3 \times$ /wk) for 4 months.

Main Outcome Measures: Laboratory tests included determinations of blood glucose, glycosylated hemoglobin (Hb A_{1c}), insulin, and lipid assays.

Results: A significant decline in Hb A_{1c} was only observed in the ST group ($8.3\% \pm 1.7\%$ to $7.1\% \pm 0.2\%$, $P = .001$). Blood glucose (204 ± 16 mg/dL to 147 ± 8 mg/dL, $P < .001$) and insulin resistance (9.11 ± 1.51 to 7.15 ± 1.15 , $P = .04$) improved significantly in the ST group, whereas no significant changes were observed in the ET group. Baseline levels of total cholesterol (207 ± 8 mg/dL to 184 ± 7 mg/dL, $P < .001$), low-density lipoprotein cholesterol (120 ± 8 mg/dL to 106 ± 8 mg/dL, $P = .001$), and triglyceride levels (229 ± 25 mg/dL to 150 ± 15 mg/dL, $P = .001$) were significantly reduced and high-density lipoprotein choles-

terol (43 ± 3 mg/dL to 48 ± 2 mg/dL, $P = .004$) was significantly increased in the ST group; in contrast, no such changes were seen in the ET group.

Conclusions: ST was more effective than ET in improving glycemic control. With the added advantage of an improved lipid profile, we conclude that ST may play an important role in the treatment of T2D.

Key Words: Hyperglycemia; Insulin resistance; Physical endurance; Rehabilitation.

© 2005 by the American Congress of Rehabilitation Medicine and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation

THE EFFECTIVENESS OF physical exercise for the treatment of type 2 diabetes mellitus (T2D) has long been recognized.^{1,2} Endurance training (ET) has been advocated as the most suitable form of exercise,^{3,4} with many positive metabolic effects, such as improvements in lipid profile,⁵ reduced body fat,⁵ and decreased blood glucose (BG) levels.⁵ ET also appears to be effective in improving insulin resistance in patients with T2D^{6,7} and in obese subjects without diabetes.⁸ By comparison, only limited information is available on the effect of strength training (ST) on T2D.⁹⁻¹² Reports on the effects of ST on glycemic control in patients with T2D have been controversial. For example, a 2-month trial with 11 patients with T2D reported that ST had no effect on glucose metabolism,¹¹ whereas another study¹³ found only small improvements (0.5% difference in glycosylated hemoglobin [Hb A_{1c}] vs the control group) in patients with T2D after a 5-month resistance training program. In a third study,¹² 8 T2D patients who had participated in a 3-month circuit of progressive resistance training showed significant improvement ($P < .05$) in Hb A_{1c} that was associated with a significant increase in muscle tissue, as measured by magnetic resonance imaging. Two recent studies support the benefits of ST on glycemic control. First, Dunstan

Treinamento resistido reduz inflamação em músculo esquelético e melhora a sensibilidade à insulina periférica em ratos obesos induzidos por dieta hiperlipídica

Resistive training reduces inflammation in skeletal muscle and improves the peripheral insulin sensitivity in obese rats induced by hyperlipidic diet

Ana Carolina Panveloski-Costa¹, Danilo Antônio Correa Pinto Júnior¹,
Bruna Brasil Brandão¹, Rafael Junges Moreira¹,
Ubiratan Fabres Machado², Patrícia Monteiro Seraphim¹

RESUMO

Objetivo: Investigar em ratos obesos o efeito da prática de exercício resistido sobre a sensibilidade à insulina e sobre a expressão de citocinas pró-inflamatórias e de transportador de glicose em músculo solear. **Materiais e métodos:** Ratos Wistar alimentados com dieta hiperlipídica (grupos obesos) foram submetidos ao protocolo de exercício tipo *jump squat*. A sensibilidade à insulina e a expressão gênica de $Tnf-\alpha$, SOCS3 e GLUT4 foram comparadas entre os grupos obesos sedentários (OS) e exercitados (OE) e controles sedentários (CS) e exercitados (CE). **Resultados:** A sensibilidade à insulina estava reduzida no grupo OS e elevada no OE. Os conteúdos de RNAm de $Tnf-\alpha$ e de SOCS3 estavam aumentados no músculo esquelético do grupo OS e reduzidos no OE. O conteúdo proteico e de RNAm de GLUT4 não diferiu entre os grupos. **Conclusão:** O exercício resistido reverte o quadro de resistência à insulina periférica e de inflamação no músculo esquelético de obesos induzidos por dieta. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2011;55(2):155-63

¹ Departamento de Fisioterapia, Grupo de Pesquisa em Fisiologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Campus Presidente Prudente, Presidente Prudente, SP, Brasil
² Departamento de Fisiologia e Biofísica, Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil